

УДК 621.778.01

А. Е. Первухин*

Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина,
г. Екатеринбург;

АО «Екатеринбургский завод обработки цветных металлов», г. Верхняя Пышма

**alex_pervukhin@hotmail.com*

Научный руководитель – проф., д-р техн. наук Ю. Н. Логинов

СТРУКТУРА ДЕФЕКТОВ В ПРОЦЕССЕ ПРОИЗВОДСТВА ПРОВОЛОКИ ИЗ ПЛАТИНЫ

Выполнено исследование процессов дефектообразования в технологии производства проволоки из платины марки Пл 2 разных диаметров: 1,2 мм, 60 и 40 мкм. Приведены данные микроспектрального анализа поверхности проволоки, сформулированы причины появления ряда дефектов.

Ключевые слова: платина, проволока, тонкое волочение, тончайшее волочение, дефектообразование.

А. Е. Pervukhin

THE STRUCTURAL DEFECTS IN THE PLATINUM WIRE MANUFACTURING PROCESS

The processes of the defects formation were carried in the technology of the wire production from the Pl 2 platinum alloy. There were the different diameters: 1.2 mm, 60 μ m and 40 μ m. In this article the data of wire surface micro spectral analysis were shown, the reasons of the formation defects were formulated.

Keywords: platinum, wire, fine drawing, finest drawing, defects formation.

В практике обработки металлов давлением введена терминология, подразделяющая проволоку на следующие виды в зависимости от ее диаметра: толстую 1,4–6 мм; среднюю 0,4–1,39 мм, тонкую 0,10–0,39 мм, тончайшую 0,03–0,09 мм и наитончайшую – менее 0,03 мм, соответственно этому различают толстое, среднее, тонкое, тончайшее и наитончайшее волочение.

В условиях АО «Екатеринбургский завод ОЦМ» проведено исследование процессов дефектообразования в технологии производства проволоки из платины марки Пл 2 разных диаметров: 1,2 мм, 60 и 40 мкм. Соответственно проволока может быть идентифицирована как средняя, тонкая и тончайшая. Проволока производится в соответствии с ГОСТ

21007 «Проволока из платины для термопреобразователей сопротивления».

Наиболее высокий уровень требований ГОСТ по предельным отклонениям предъявляется в производстве тончайшей проволоки. Так, для проволоки диаметром 40 мкм допускаемое положительное отклонение составляет +3 мкм, а отрицательное отклонение минус 2 мкм, итого диапазон предельных отклонений составляет 5 мкм. Поверхность проволоки не должна иметь плен, трещин, раковин, расслоений. При этом допускаются отдельные поверхностные повреждения, не выводящие проволоку при контрольной зачистке за предельные отклонения по диаметру, в связи с этим актуальной задачей является определение вида дефектов.

Из-за малого размера объекта и необходимости контроля химического состава включений исследование пришлось выполнять с применением метода микроспектрального анализа.

Ниже приводятся некоторые результаты такого исследования.

На рис. 1 показан один из возможных дефектов: наличие царапин на поверхности, что обусловлено либо износом рабочей поверхности волюки, в том числе за счет налипания, либо застреванием твердых частиц на входе в очаг деформации.

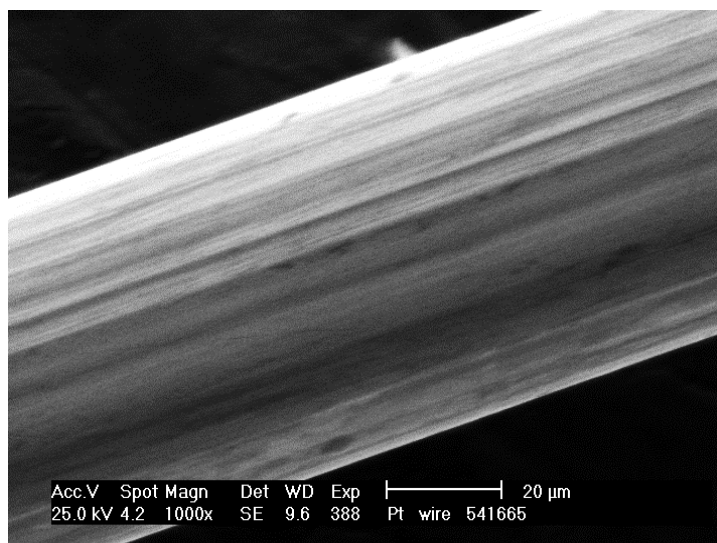


Рис. 1. Полосчатый рельеф поверхности у проволоки диаметром 60 мкм

Один из наиболее повторяющихся дефектов – это наличие плен различной конфигурации и размеров. На рис. 1 показана плена размером около 3 мкм в нижней части изображения проволоки диаметром 40 мкм.

Плена возникает в случае отслоения ранее внедренной в поверхность проволоки частицы, большей частью того же химического состава, что и основной металл. Для устранения такого вида дефекта следует стремиться к очистке поверхности заготовки по всему маршруту волочения, а также к

большему вниманию к системам фильтрации и регенерации смазки. Последнее касается волочильной техники, работающей на жидкой смазке. Кроме того, отслоения металла могут возникать при внедрении заусенцев, полученных при сортовой прокатке при переполнении калибров, а также вследствие налипания этих частиц на обрабатывающий инструмент, что отмечалось в работах [1; 2].

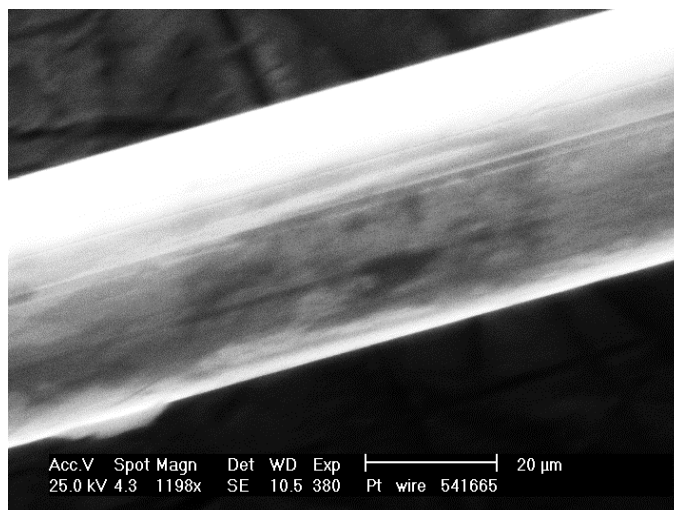


Рис. 2. Плена на поверхности проволоки диаметром 40 мкм – затемненный участок, проволока в слое смазки

Сами твердые частицы, внедренные в основной материал, при волочении могут провоцировать появление дополнительных дефектов в виде пор. Поры появляются и развиваются вокруг частицы, они удлиняются по маршруту волочения, что описано в источниках [3; 4].

На рис. 3 приведены данные спектрального анализа одного из характерных включений на поверхности проволоки. Как видно из спектрограммы, включение по химическому составу представляет собой совокупность веществ на основе магния, алюминия и кремния, что соответствует составу печной футеровки. Для устранения такого дефекта необходимо ужесточить контроль за состоянием металлургического печного оборудования.

Наличие указанных дефектов приводит к повышенной обрывности. Обрывность интенсифицируется при переходе от обработки проволоки большего диаметра к обработке проволоки меньшего диаметра. Поэтому наибольшие трудности возникают в производстве тонкой и тончайшей проволоки.

Явление объясняется тем, что некоторые виды дефектов не уменьшаются вместе с уменьшением размеров проволоки, а сохраняют свой размер. Это относится, например, к керамическим включениям. В результате в поперечном сечении проволоки начинает превалировать

посторонний материал, не способный передавать напряжения растяжения от привода волочильной машины. Усилие волочения приходится делить на меньшую площадь, в результате полученное напряжение может превысить прочностную характеристику материала, и проволока порвется.

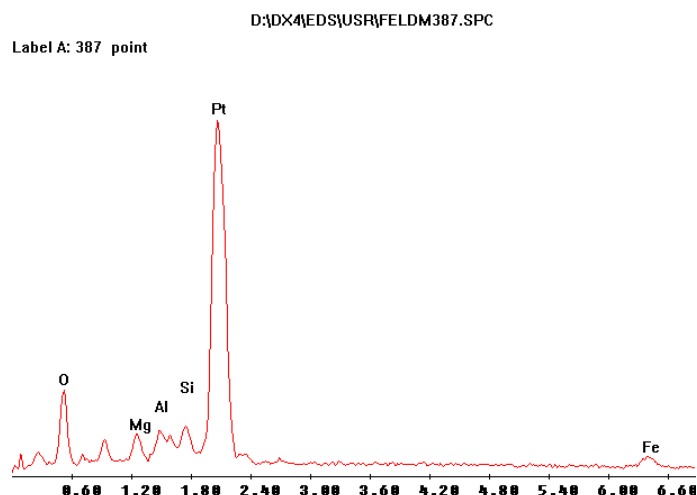


Рис. 3. Данные микроспектрального анализа характерного включения

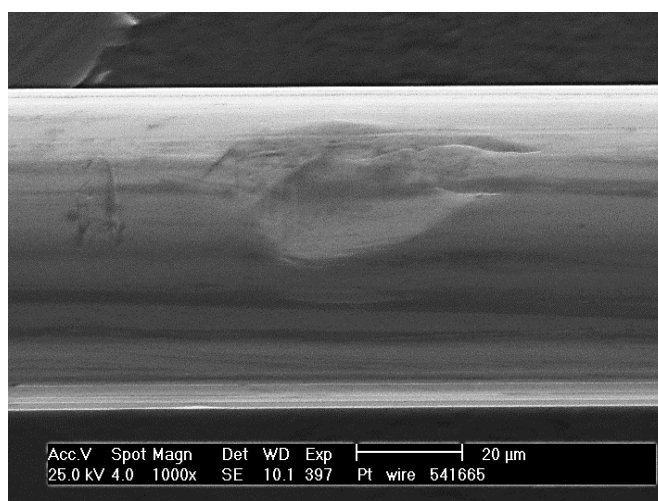


Рис. 4. Вмятина от отслоившейся плены

Как плены, так и включения могут выпадать на определенной стадии обработки, что приводит к вышеописанному эффекту (рис. 4). Исследования показали, что в режиме холодной деформации разглаживание таких дефектов происходит очень медленно [5], особенно если обрабатывается металл с высокой способностью к деформационному упрочнению.

Применительно к платине эта ситуация характерна для проходов волочения, осуществляемых непосредственно после рекристаллизационного отжига [6; 7].

Углубление на поверхности проволоки может рассматриваться как пора, прилегающая к этой поверхности. В статье [8] было показано, что изменение объема пор при волочении зависит от их радиальной координаты и режима обжатов проволоки. В отличие от пор, расположенных вдоль оси проволоки, поверхностные поры эффективнее ликвидируются при малых обжатах. Это можно объяснить локализацией пластической деформации у контактной поверхности именно при малых обжатах, т.е. при переходе в режим разглаживания поверхности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Логинов Ю. Н. Налипание металла на валки при листовой прокатке // Производство проката. 2006. № 10. С. 9–13.
2. Логинов Ю. Н. Механизм образования дефектов на полосе при прокатке от налипания на валке // Производство проката. 2008. № 8. С. 5–7.
3. Возникновение пористых структур в кислородсодержащей меди при деформационном воздействии / Ю. Н. Логинов, С. Л. Демаков, А. Г. Илларионов [и др.] // Физическая мезомеханика. 2013. Т. 16. № 6. С. 99–102.
4. Взаимодействие частицы оксида меди с медью в процессе волочения / Ю. Н. Логинов, С. Л. Демаков, А. Г. Илларионов [и др.] // Металлы. 2012. № 6. С. 36–45.
5. Логинов Ю. Н. Модель деформации поверхностного слоя заготовки, пораженного дефектами // Кузнечно-штамповочное производство. Обработка материалов давлением. 2001. № 4. С. 36–40.
6. Annealing characteristics and strain resistance of 99.93 wt.% platinum / Yu. N. Loginov, A. V. Yermakov, L. G. Grohovskaya [et al.] // Platinum Metals Review. 2007. Vol. 51. № 4. P. 178–184.
7. Условия разупрочнения и сопротивление деформации платины / Ю. Н. Логинов, А. В. Ермаков, Л. Г. Гроховская [и др.] // Цветные металлы. 2006. № 6. С. 85–87.
8. Логинов Ю. Н., Еремеева К. В. Формоизменение одиночно расположенной поры в круглой заготовке при волочении // Кузнечно-штамповочное производство. Обработка материалов давлением. 2009. № 4. С. 3–8.